

**ANALISIS KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS
SISWA KELAS X SMK HENRICUS LEVEN LARANTUKA
BERDASARKAN TEORI APOS MELALUI SOAL OPEN ENDED
BERBASIS DARING**

Irwanius Piter Muaraya

irwan.muaraya@gmail.com

Institut Keguruan dan Teknologi Larantuka

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh pentingnya kemampuan pemahaman konsep matematis siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan pembelajaran matematika pada materi sistem persamaan linear dua variabel menggunakan Teori APOS dan mendeskripsikan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi sistem persamaan linear dua variabel berdasarkan teori APOS melalui soal Open Ended berbasis daring. Penelitian ini adalah penelitian Kualitatif dengan subjek penelitiannya adalah 11 siswa kelas X Tata Busana SMK Henricus Leven Larantuka. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan hasil observasi, soal tes dan wawancara. Soal tes yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 1 soal biasa berbentuk soal cerita dan 3 soal merupakan soal open ended pada materi sistem persamaan linear dua variabel. Soal tes yang diberikan bertujuan untuk mengetahui kemampuan pemahaman konsep matematis siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi sistem persamaan linear dua variabel berdasarkan teori APOS berbasis daring belum optimal. Siswa mampu memahami tahapan dalam teori APOS dengan baik sampai pada tahap aksi, proses dan objek saja. Siswa kurang memahami konsep dasar pada materi sistem persamaan linear dikarenakan kurangnya perhatian siswa saat proses pembelajaran berlangsung, kurangnya kemampuan pemahaman siswa pada materi tersebut sehingga siswa tidak melanjutkan ke tahap skema pada teori APOS.

Keywords: Kemampuan Pemahaman, Sistem Persamaan Linear Dua Variabel, Soal Open ended, Teori APOS

PENDAHULUAN

Pendidikan matematika memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam proses pembelajaran matematika adalah kemampuan pemahaman konsep matematis siswa. Pemahaman konsep matematis menjadi dasar utama bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis secara holistik. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siswa sebagai langkah evaluatif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

SMK Henricus Leven Larantuka sebagai lembaga pendidikan menengah kejuruan turut berperan dalam memberikan pemahaman konsep matematis kepada siswa kelas X. Dalam mengukur kemampuan pemahaman konsep matematis siswa, penggunaan teori APOS (Action, Process, Object, Schema) dapat menjadi landasan teoretis yang relevan. Teori APOS memberikan pemahaman mengenai tahapan perkembangan pemahaman konsep matematis dari tindakan konkret hingga pembentukan skema abstrak.

Teori APOS adalah suatu teori yang digunakan untuk membandingkan kemampuan individu dalam mengkonstruksikan mental yang telah terbentuk untuk suatu konsep matematika. Teori APOS membedakan tingkat pemahaman siswa menjadi 4 tingkatan yaitu Aksi, Proses, Objek dan Skema (Dubinsky De Vries). Aksi merupakan transformasi fisik atau mental yang dihadapi oleh individu dalam suatu permasalahan yang dihubungkan dengan

pengetahuan yang dimiliki sebelumnya. Proses merupakan pengulangan pada tahap Aksi dengan merefleksikan aksi-aksi tersebut. Tahap Objek merupakan tahap yang dihasilkan dari susunan mental pada tahap proses berdasarkan ide atau konsep yang telah dipelajari. Tahap Skema merupakan kumpulan dari hasil Aksi, Proses, Objek yang digabungkan menjadi satu bentuk pemahaman individu terhadap suatu konsep matematika.

Teori APOS dapat digunakan secara langsung dalam menganalisis data oleh seorang peneliti. Melalui proses analisis dengan teori APOS, peneliti dapat membandingkan keberhasilan atau kegagalan subjek dalam mengerjakan tugas matematika melalui konstruksi mental tertentu. Teori APOS sangat baik digunakan dalam memahami pembelajaran siswa pada berbagai materi pelajaran matematika khususnya materi sistem persamaan linear dua variabel.

Sistem persamaan linear dua variabel adalah persamaan-persamaan linear dua variabel yang saling berhubungan dengan variabel-variabel yang sama (Sulesno dan Josse, 2007: 52). Dalam Soal cerita sistem persamaan linear dua variabel berdasarkan Teori APOS melibatkan variabel yang mewakili unsur-unsur yang ada dalam soal. Penyelesaian dengan teori APOS menuntut siswa untuk memahami tahap-tahap yang ada dalam teori APOS.

Siswa dikatakan mengalami suatu Aksi, apabila siswa tersebut dapat menemukan himpunan penyelesaian dari sistem persamaan linear dua variabel dengan metode yang ada. Metode yang biasa digunakan adalah metode eliminasi dan substitusi. Siswa dikatakan mengalami suatu Proses apabila siswa tersebut dapat menentukan himpunan penyelesaian dengan menggunakan metode yang dipilih di tahap aksi. Siswa dikatakan mengalami suatu Objek apabila siswa tersebut dapat menyatakan ulang sebuah konsep, mengaplikasikan konsep pemecahan masalah dan menggunakan, dengan memanfaatkan serta memilih prosedur atau operasi tertentu (Mulyono, 2011). Sedangkan Siswa dikatakan mengalami suatu skema apabila siswa tersebut dapat menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan Aksi, Proses, Objek dan mengaitkan konsep yang ada dengan konsep yang dipelajari sebelumnya.

Pemahaman konsep matematika yang baik dapat membantu siswa untuk menyelesaikan soal Open Ended berbasis daring. Soal Open Ended adalah soal terbuka yang di dalamnya memiliki banyak cara dalam penyelesaiannya yang dapat melatih kemampuan berpikir siswa. Soal open ended memiliki banyak jawaban atau cara dalam penyelesaiannya. Untuk dapat melatih kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal Open Ended diperlukan suatu materi yaitu materi sistem persamaan linear dua variabel.

Berdasarkan hasil wawancara dengan seorang guru matematika di SMK Henricus Leven Larantuka, masih banyak siswa yang belum memiliki konsep yang matang pada materi sistem persamaan linear dua variabel. Kesulitan siswa dalam materi sistem persamaan linear dua variabel adalah dalam memahami dan mengubah soal cerita ke bentuk model matematika yaitu dengan memisalkan variabel x dan y atau huruf peubah yang lain. Selain itu ada beberapa siswa belum memahami metode yang digunakan dalam menyelesaikan soal. Hal ini didasarkan pada penggerjaan siswa yang menunjukkan bahwa cara penyelesaian soal belum sesuai dengan konsep yang telah diajarkan sehingga kemampuan pemahaman konsep matematis siswa masih rendah misalnya siswa yang hanya menghafal rumus tanpa memahami konsepnya.

Pada era digital saat ini, implementasi pembelajaran daring (online) menjadi alternatif yang semakin populer. Penggunaan soal open-ended (terbuka) dalam konteks daring dapat menjadi sarana evaluasi yang efektif untuk menggali pemahaman konsep matematis siswa. Soal open-ended memberikan kesempatan bagi siswa untuk menunjukkan pemahaman konsep matematis secara lebih mendalam, mempromosikan kreativitas, dan menggali potensi berpikir kritis mereka.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan pemahaman

kONSEP matematis siswa kelas X SMK Henricus Leven Larantuka berdasarkan teori APOS melalui penggunaan soal open-ended berbasis daring. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang perkembangan pemahaman konsep matematis siswa, kendala yang mungkin dihadapi, serta potensi peningkatan pembelajaran matematika di SMK tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan kontributif bagi pengembangan metode pembelajaran matematika yang lebih efektif di tingkat SMK.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti memandang perlu untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Berdasarkan Teori APOS Melalui Soal Open Ended Berbasis Daring”.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan metode deskriptif. Penelitian kualitatif yaitu penelitian ilmiah yang bertujuan untuk memahami suatu fenomena dalam kontekstual secara ilmiah dengan mengedepankan proses interaksi komunikasi yang mendalam antara penelitian dengan fenomena yang diteliti. Penelitian yang dilakukan peneliti yaitu deskriptif yang termasuk penelitian studi kasus. Subjek dalam penelitian ini adalah 13 siswa kelas X Tata Busana SMK Henricus Leven Larantuka yang mengikuti pembelajaran secara daring dengan menggunakan Teori APOS melalui soal open ended. Penentuan subjek penelitian berdasarkan kategori kemampuan pemahaman konsep seperti yang tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa

Nilai	Kategori
$80 \leq skor \leq 100$	Siswa berkemampuan tinggi
$60 \leq skor \leq 79$	Siswa berkemampuan sedang
$0 \leq skor \leq 59$	Siswa berkemampuan rendah

Sumber: penelitian Ali Ma’sum, 2013

Metode data dalam penelitian ini menggunakan metode tes tertulis, wawancara dan observasi. Sedangkan instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan lembar tes tertulis, paduan wawancara dan lembar observasi. Lembar tes tertulis merupakan lembar tes yang berisikan soal-soal matematika pada materi sistem persamaan linear dua variabel yang harus dijawab oleh siswa/i dengan memberikan jawaban tertulis. Pada penelitian ini peneliti menggunakan panduan tes tertulis yang memuat indikator soal berdasarkan teori APOS.

a. Tahap Aksi

Indikator pemahaman konsep pada tahap aksi ini adalah:

1. Mampu menuliskan dan menjelaskan secara verbal apayang diketahui dan ditanyakan dalam soal
2. Mampu menentukan dan menjelaskan secara verbal rencana untuk menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel
3. Mampu mengubah yang diketahui dalam soal kedalam bentuk matematika

b. Tahap Proses

Indikator pemahaman konsep pada tahap proses ini adalah:

1. Mampu menentukan himpunan penyelesaian sistem persamaan linear dua variabel
2. Mampu menggunakan metode yang diajarkan untuk menentukan himpunan penyelesaian sistem persamaan linear dua variabel

c. Tahap Objek

Indikator pemahaman pada tahap objek adalah:

1. Mampu menyelesaikan soal dan langkah yang digunakan berserta alasan sesuai dengan metode penyelesaian
2. Mampu menentukan himpunan penyelesaian dari sistem persamaan linear dua variabel berdasarkan karakteristik dari sistem persamaan linear dua variabel yang diberikan

d. Tahap Skema

Indikator pemahaman konsep pada tahap ini adalah:

1. Mampu mengubah kalimat verbal kedalam kalimat matematika dengan membuat model matematika darimasalah yang sistem persamaan linear dua variabel
2. Mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal sistem persamaan linear dua variabel dengan tepat sesuai dengan prosedur
3. Mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksikan cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah sistem persamaan linear dua variabel

Penelitian ini menggunakan teknik triangulasi yaitu teknik pemeriksaan keabsahan data dengan melakukan pengecekan atau perbandingan terhadap data yang diperoleh dengan sumber atau kriteria yang lain di luar data itu untuk meningkatkan keabsahan data (Moleong, 2014). Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri yang didukung oleh soal yang telah divalidasi oleh dosen pendidikan matematika. Validasi instrumen difokuskan pada validasi isi dan bahasa soal. Teknik analisa data yang digunakan adalah teknik Miles dan Huberman yaitu reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Pembelajaran menggunakan teori APOS berbasis daring

SMK Henricus Leven Larantuka adalah sebuah sekolah Katolik yang berada di Larantuka tepatnya di Kelurahan Waibalun. SMK ini memiliki 3 jurusan yaitu Tata Busana, Farmasi dan Multimedia. Penerapan pembelajarannya dilakukan secara daring oleh 11 orang siswa menggunakan aplikasi *Zoom Meeting*. Sebelum memberikan penjelasan tentang materi sistem persamaan linear dua variabel, peneliti terlebih dahulu menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Setelah itu peneliti mengingatkan siswa akan materi yang pernah dipelajari yaitu materi persamaan linear satu variabel. Peneliti mulai menguraikan tentang materi sistem persamaan linear dua variabel. Peneliti memberikan contoh soal sebagai bentuk penguatan untuk membantu siswa dalam memahami materi sistem persamaan linear dua variabel. Kemudian peneliti mengirim file soal biasa berbentuk soal cerita melalui aplikasi Whatsapp Group. Hasil tes kemampuan pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan teori APOS. dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Tes Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Berdasarkan Teori APOS

No	Inisial Nama Siswa	Skor yang Diperoleh
1	AWH	70
2	BEB	100
3	GSL	100
4	LOL	70

5	MASO	70
6	MFLK	70
7	MMHLT	70
8	MPF	70
9	TDL	80
10	YJW	70
11	YPW	70

Berdasarkan hasil yang diperoleh siswa yang tergolong dalam kemampuan tinggi ada 3 siswa dan siswa yang memiliki kemampuan sedang ada 8 siswa.

Berikut ini akan di paparkan hasil tes dari 2 orang siswa berdasarkan kategori kemampuan pemahaman siswa berdasarkan Teori APOS.

Soal Tes

Harga 2 baju dan 1 celana adalah Rp 230.000 sedangkan harga 3 baju dan 2 celana adalah Rp 380.000. Tentukan harga 1 baju dan 1 celana!

Jawaban Siswa Berkemampuan Tinggi

Jawaban Siswa Berkemampuan Tinggi

Dik: Harga 1 buku dari Min: Rp 120.000, harga 3 buku dan 2 celana = Rp 380.000

Celana = ?

Dit: Harga 1 buku dan 1 celana

Jawab: Misalkan harga sebuah buku = x , harga celana = y

$$\begin{aligned} x + y &= 120.000 \\ 2x + 4y &= 380.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x + y &= 120.000 \\ -x - y &= -120.000 \\ \hline 2y &= 260.000 \\ y &= 130.000 \end{aligned}$$

Eliminasi nilai x

$$\begin{aligned} 2x + 4y &= 380.000 \\ 2x + 4(130.000) &= 380.000 \\ 2x + 520.000 &= 380.000 \\ 2x &= 380.000 - 520.000 \\ 2x &= -140.000 \\ x &= -140.000 : 2 \\ x &= 70.000 \end{aligned}$$

Substitusi nilai y ke persamaan 1

$$\begin{aligned} 2x + 4y &= 380.000 \\ 2x + 4(130.000) &= 380.000 \\ 2x + 520.000 &= 380.000 \\ 2x &= 380.000 - 520.000 \\ 2x &= -140.000 \\ x &= -140.000 : 2 \\ x &= 70.000 \end{aligned}$$

Jadi harga 1 buku = Rp 70.000
1 celana = Rp 130.000

Gambar 1 Jawaban Siswa Berkemampuan Tinggi

Berdasarkan gambar 1 terlihat bahwa siswa berkemampuan tinggi telah melakukan tahap aksi, proses, objek dan skema. Hal ini dapat dilihat dari gambar 1 bahwa subjek menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal, membuat pemisalan dan menuliskan metode yang digunakan yaitu metode eliminasi dan substitusi, menyelesaikan dengan benar langkah-langkah menggunakan metode penyelesaian dan membuat kesimpulan dengan benar.

Jawaban Siswa Berkemampuan Sedang

$$\begin{array}{l}
 \text{Eliminasi} \\
 2x + 5y = 23 \quad (1) \\
 3x + 2y = 28 \quad (2) \\
 \hline
 4x + 7y = 51 \\
 3x + 2y = 28 \\
 \hline
 x = 23 - 28 \\
 x = -5
 \end{array}$$

1 kg y = 60.000
 1 kg x = 30.000

Gambar 2 Jawaban Siswa Berkemampuan Sedang

Berdasarkan gambar 2 terlihat bahwa siswa berkemampuan sedang tidak melakukan tahap aksi. Siswa ini hanya melakukan tahap proses, objek dan skema. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil tes. Siswa ini tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal, tidak membuat pemisalan untuk menyelesaikan soal, tetapi menuliskan metode yang digunakannya,

menyelesaikan soal dengan benar menggunakan metode yang ada yaitu metode eliminasi dan substitusi dan membuat kesimpulan dari penyelesaian dari soal yang telah dikerjakannya dengan benar.

Analisis Hasil Tes Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Berdasarkan Teori APOS Melalui Soal *Open Ended*

Untuk memperoleh data penelitian maka peneliti memberikan tes kepada siswa. Tes yang diberikan berupa 3 soal *open ended* berbentuk uraian berdasarkan Teori APOS yang telah divalidasi oleh validator. Soal tes yang disusun memperlihatkan indikator dari masing masing tahap pada Teori APOS. Tes kemampuan pemahaman matematis berdasarkan Teori APOS melalui soal *open ended* diikuti oleh 11 siswa. Hasil tes kemampuan pemahaman matematis siswa akan dianalisis berdasarkan Teori APOS melalui soal *open ended*, kemudian dikelompokkan berdasarkan tingkat kemampuan pemahaman konsep matematis. Hasil tes kemampuan pemahaman konsep matematis siswa kelas X tata busana berdasarkan teori APOS melalui soal open ended dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Tes Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Berdasarkan Teori APOS Melalui Soal *Openended*

No	Inisial Nama Siswa	Skor yang Diperoleh
1	AWH	73,3
2	BEB	100
3	GSL	95
4	LOL	56,6
5	MASO	62,5
6	MFLK	85
7	MMHLT	75
8	MPF	90
9	TDL	73,3
10	YJW	36,6
11	YPW	60

Berdasarkan hasil tes pada Tabel 3 diperoleh hasil kemampuan pemahaman konsep matematis siswa tergolong dalam kategori yang berbeda-beda yakni siswa berkemampuan tinggi ada 4 siswa, siswa berkemampuan sedang ada 5 siswa dan siswa berkemampuan rendah ada 2 siswa. Dari 11 siswa yang mengikuti tes pada materi sistem persamaan linear dua variabel dianalisis dan dipilih masing-masing 1 orang siswa berdasarkan kategori kemampuan pemahaman konsep matematis. Siswa yang terpilih dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Subjek Penelitian Berdasarkan Kategori Tingkat Kemampuan

Kategori	Siswa
Siswa berkemampuan tinggi	Siswa 1
Siswa berkemampuan sedang	Siswa 2
Siswa berkemampuan rendah	Siswa 3

Soal Open Ended

- Santi, Devi dan Tati pergi ke pasar Oka. Santi membeli 8 buah pita rambut dan 6 buah jepit dengan harga Rp 14.400. sedangkan Tati membeli 6 buah pita rambut dan 5 buah jepit dengan harga Rp 11.200. Jika Devi mempunyai uang Rp 50.000 dan ingin membeli pita rambut dan jepit di tempat yang sama.
- Berapa harga 1 pita rambut dan 1 buah jepit?
- Berapa besar uang kembalian Devi. untuk membeli pita rambut dan jepit ? (tentukan sendiri kemungkinan pita rambut dan jepit yang dibeli Devi)

Berikut adalah jawaban dari 3 siswa yang dipilih berdasarkan kategori kemampuan pemahaman konsep matematis siswa menggunakan teori APPOS.

Dik : Santi : 8 pita dan 6 jepit : Rp 14.400
 Devi : 6 pita dan 5 jepit : Rp 11.200
 Dik : uang yg dimiliki Devi : Rp 50.000
 Dit : a) Harga 1 pita rambut dan 1 buah jepit
 b) Berapa besar uang kembalian Devi untuk membeli pita rambut dan jepit ? (tentukan sendiri kemungkinan pita rambut dan jepit yang dibeli Devi)
 Misalkan : harga rambut = x
 harga jepit = y
 persamaan : Santi : $8x + 6y = 14.400 \dots ①$
 Devi : $6x + 5y = 11.200 \dots ②$
 ① dikurangi ② :
 $8x + 6y - (6x + 5y) = 14.400 - 11.200$
 $2x + y = 3.200 \quad | : 2$
 $x + \frac{y}{2} = 1.600$
 $x = 1.600$
 *) Substitusi ①
 $8x + 6y = 14.400$

$8(1.600) + 6y = 14.400$
 $12.800 + 6y = 14.400$
 $6y = 14.400 - 12.800$
 $6y = 1.600$
 $y = \frac{1.600}{6}$
 $y = 266\frac{2}{3}$
 $y = 270$
 Jadi : a.) Harga 1 pita rambut : Rp 1.600
 Harga 1 buah jepit : Rp 270
 b.) $50.000 - 3.200 + 4 \cdot 270$
 $= 50.000 - 3(1.600) + 4(270)$
 $= 50.000 - 6.400$
 $= 43.600$

Gambar 3

Jawaban Siswa berkemampuan tinggi

1. Dik : Santi : $8x + 6y = 14.400$ dan $6x + 5y = 11.200$
 2. Devi : $6x + 5y = 11.200$
 3. Eliminasi : $\begin{array}{rcl} 8x + 6y & = & 14.400 \\ 6x + 5y & = & 11.200 \end{array} \left| \begin{array}{l} \times 4 \\ \times 3 \end{array} \right. \begin{array}{rcl} 32x + 24y & = & 57.600 \\ 18x + 15y & = & 33.600 \end{array} \rightarrow \begin{array}{rcl} 14x + 9y & = & 24.000 \\ 14x + 10y & = & 22.400 \end{array} \rightarrow \begin{array}{rcl} -y & = & 1.600 \\ y & = & 1.600 \end{array}$
 *) Substitusi : $8x + 6y = 14.400$
 $8x + 6(1.600) = 14.400$
 $8x + 9.600 = 14.400$
 $8x = 14.400 - 9.600$
 $8x = 4.800$
 $x = \frac{4.800}{8}$
 $x = 600$
 Jadi : Santi : $8x + 6y = 14.400$
 $8(600) + 6y = 14.400$
 $4.800 + 6y = 14.400$
 $6y = 14.400 - 4.800$
 $6y = 9.600$
 $y = \frac{9.600}{6}$
 $y = 1.600$

Gambar 4

Jawaban siswa berkemampuan sedang

$$\begin{array}{l}
 \text{1. Minuman mangga Rasa } x \\
 \text{Harga Jepit } y \\
 \begin{aligned}
 0x + 0y &= 14.400 \\
 0x + 5y &= 11.200 \\
 0x + 0y &= 14.400 \quad | : 0 \\
 0x + 5y &= 11.200
 \end{aligned}
 \left| \begin{array}{l} x \\ 0 \\ 0 \\ 4x \\ x \end{array} \right| \begin{array}{l} 40x + 50y = 72.000 \\ 36x + 50y = 67.200 \\ -4x \\ \hline x \end{array} \begin{array}{l} = 4.800 \\ = 4.800 \\ 4 \\ \hline = 1.200 \end{array} \\
 0x + 5y &= 14.400 \\
 0(1.200) + 5y &= 14.400 \\
 0 + 5y &= 14.400 \\
 5y &= 14.400 - 0 \\
 5y &= 14.400 \\
 y &= 14.400 \\
 &\vdots \\
 y &= 2.880
 \end{array}$$

Gambar 5

Jawaban siswa berkemampuan rendah

2. Welan, Ati dan Ria pergi ke Toko Sinta untuk membeli kain. Welan membeli 2meter kain berwarna merah dan 3meter kain berwarna putih dengan harga $Rp\ 40.000$. Ati membeli 1meter kain berwarna merah dan 3meter kain berwarna putih dengan harga $Rp\ 35.000$. Kemudian Ria juga membeli kain berwarna merah dan kain berwarna putih di tempat yang sama. Ria memiliki uang $Rp\ 100.000$. Welan memiliki uang $Rp\ 80.000$. Menurut Ria uang yang dimilikinya cukup untuk membeli 10meter kain berwarna merah 8meter kain berwarna putih. Sedangkan menurut Ati tergantung kain mana yang mau dibeli oleh Ria. Menurut anda siapakah yang benar? Berikan alasanmu!

Berikut adalah jawaban dari 3 siswa yang dipilih berdasarkan kategori kemampuan pemahaman konsep matematis siswa menggunakan teori APOS.

9.1. Wilson = 2 miliar rupiah dan 2 miliar rupiah
 Ats. jadi kain merah dan kain hijau adalah 27.000
 9.4. menulis persamaan-persamaan yang belum dijawab!
 Persegi panjang

PERSAMAAN harga kain merah = x, harga kain putih = y

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 45.000 \\ x + 2y &= 35.000 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 2x + 3y = 45.000 \\ x + 2y = 35.000 \\ \hline x + y = 35.000 \\ x = 3.000 \end{array}$$

PERSAMAAN

$$\begin{aligned} x + 3y &= 36.000 \\ 3.000 + 3y &= 36.000 \\ 3y &= 36.000 - 3.000 \\ 3y &= 33.000 \\ y &= 10.000 \end{aligned}$$

PERSAMAAN

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 40.000 \\ 2(3.000) + 3y &= 40.000 \\ 6.000 + 3y &= 40.000 \\ 3y &= 40.000 - 6.000 \\ 3y &= 34.000 \\ y &= 11.333 \end{aligned}$$

Alascanus

Jadi menurut mereka salah karena untuk membeli kain ~~yang~~ ~~yang~~ ~~yang~~
~~yang~~ dengan 10 meter, maka yang mereka beli cukup sebaiknya mereka membeli dengan ~~sejengah~~ ~~sejengah~~ mete
Soal

Gambar 6

Gambar 3

misalkan kain merah x kain putih y
 kain merah = x
 kain putih = y
 dik $2x + 3y = 40.000$ | $2x + 3y = 40.000$
 $x + 3y = 30.000$ | $2(5000) + 3y = 40.000$
 $x = 5.000$ | $10.000 + 3y = 40.000$
 $3y = 40.000 - 10.000$
 $3y = 30.000$
 $y = 30.000 / 3$
 $y = 10.000$
 $10x + 8y = 10.000$
 $(10.5000) + 8.(10.000) = 100.000$
 $50.000 + 80.000 = 100.000$
 100.000
 $100.000 - 30.000 = 70.000$
 Sondong A tgl. 29 banar.
 karena uang dia tidak cukup
 untuk membeli kain warna manapun

Gambar 7.

Jawaban siswa berkemampuan sedang

2. Misalkan kain merah x
 kain putih y
 $2x + 3y = 40.000$
 $x + 3y = 35.000$
 $x = 5.000$
 $2x + 3y = 40.000$
 $2(5.000) + 3y = 40.000$
 $10.000 + 3y = 40.000 - 10.000$
 $3y = 40.000 - 10.000$
 $y = 30.000 / 3$
 $y = 10.000$

Gambar 8

Jawaban siswa berkemampuan rendah

3. Kalista pergi ke toko Orental untuk membeli buku tulis dan pensil. Harga 10 buah buku tulis dan 2 buah pensil adalah $Rp\ 5.400$. Sedangkan harga 5 buah buku tulis dan 4 buah pensil adalah $Rp\ 3.300$.
 - a. Berapa harga 1 buku tulis dan 1 pensil?
 - b. Jika Kalista mempunyai uang $Rp\ 20.000$ dan ingin membeli buku tulis dan pensil di toko tersebut, berapakah besar uang kembalian Kalista untuk membeli buku tulis dan pensil? (Tentukan sendiri banyaknya buku tulis dan pensil yang mau dibeli oleh Kalista)

Berikut adalah jawaban dari 3 siswa yang dipilih berdasarkan kategori kemampuan pemahaman konsep matematis siswa menggunakan teori APOS

③ Dik: Harga 10 buku tulis dan 2 pensil = Rp 5.400
 Harga 5 buku tulis dan 3 pensil = Rp 3.300

Dit: a. Berapa harga 1 buku tulis dan 1 pensil?
 b. Uang kembali kalista

Penyelesaian:

Misalkan harga sebuah buku = x
 pensil = y

$$\begin{array}{rcl} \text{a)} & 10x + 2y = 8.400 & | :2 \\ & 5x + y = 4.200 & \\ & 5x + 2y = 3.300 & | - \\ & & \hline & -y = -6.000 & | :(-1) \\ & y = 6.000 & \\ & & \cancel{-30} \\ & & y = 200 \end{array}$$

Substitutionen Personalm. 1

$$\begin{array}{l} 10x + 2y = 5.400 \\ 10x + 2(200) = 5.400 \\ 10x + 400 = 5.400 \\ 10x = 5.400 - 400 \\ 10x = 5.000 \\ x = \cancel{5.000} \\ x = 500 \end{array}$$

Cash, hängt: -1 buku tulis + 500
- 1 pensil - 200

Gambar 9

Jawaban Siswa berkemampuan tinggi

$$\begin{aligned}
 b) \quad & 6x + 2y = \\
 \Leftrightarrow & 6(500) + 2(200) = \\
 \Leftrightarrow & 3.000 + 400 = \\
 \Leftrightarrow & = 3.400 \\
 \Leftrightarrow & 20.000 - 3.400 \\
 \Leftrightarrow & 16.600
 \end{aligned}$$

Wetmore *Boettger* *Boettger* *Boettger*

Gambar 10

Jawaban Siswa berkemampuan sedang

$$\begin{aligned}
 & \text{B Misalkan harga buku} = x \\
 & \text{Pensil} = y \\
 & 10x + 2y = 5400 \\
 & 5x + 4y = 3300 \\
 & 5x + 10y = 27000 \\
 & \cancel{5x} + 4y = 3000 \\
 & -30y = -6000 \\
 & y = -6000 / -30 \\
 & y = 200
 \end{aligned}$$

Gambar 11.

Jawaban Siswa berkemampuan rendah

Dari data hasil penelitian yang dilakukan, ada siswa yang mengerjakan sesuai dengan langkah-langkah dalam Teori APOS dan ada siswa juga yang belum mengerjakan sesuai dengan langkah-langkah dalam Teori APOS. Hal ini disebabkan karena kurangnya kemampuan pemahaman konsep matematis yang dimiliki oleh siswa, siswa malas menuliskan langkah-langkah dalam menyelesaikan soal, dan kurangnya perhatian siswa saat proses pembelajaran berlangsung. Berikut ini merupakan penjelasan dan analisis berkaitan dengan tahapan tahapan dalam Teori APOS (Aksi, Proses, Objek dan Skema).

1. Tahap Aksi

Berdasarkan analisis hasil penelitian yang dilakukan oleh siswa berkemampuan tinggi dan sedang telah memenuhi indikator pada tahap aksi, yaitu siswa telah mampu menuliskan dan menjelaskan secara verbal apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal, mampu menentukan dan menjelaskan secara verbal rencana untuk menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel, mampu menentukan yang diketahui dalam soal kedalam bentuk matematika. Hal ini dibuktikan dengan hasil jawaban yang ditulis oleh masing-masing siswa dan hasil wawancara yang dijelaskan oleh masing-masing siswa. Oleh karena itu, siswa dinyatakan telah mampu dalam memahami konsep pada tahap aksi.

Sesuai pendapat Dubinsky yang menyatakan bahwa Aksi (*action*) adalah transformasi objek-objek yang dirasakan individu sebagai sesuatu yang diperlukan, serta instruksi tahap demi tahap bagaimana melakukan operasi. Aksi tersebut dialami oleh individu pada saat menghadapi suatu permasalahan serta berusaha menghubungkannya dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Siswa berkemampuan rendah belum memahami pada tahap aksi. Hal terbukti dari hasil tes dan wawancara yang dilakukan dengan siswa berkemampuan rendah. Siswa berkemampuan rendah belum memenuhi indikator dari tahap Aksi. Pada tahap Aksi ini merupakan tahap dasar yang harus dimiliki subjek untuk ke tahap selanjutnya. Berikut disajikan dalam Tabel 4 indikator pemahaman konsep pada tahap Aksi.

Tabel 4. Indikator Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa pada Tahap Aksi

Nomor Soal	Pemahaman Konsep (Aksi)		
	Siswa 1	Siswa 2	Siswa 3
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2. Tahap Proses

Berdasarkan analisis hasil penelitian yang dilakukan, terdapat hasil yang bervariasi dari masing-masing siswa yang telah memenuhi indikator pemahaman konsep pada tahap Proses. Siswa telah mampu menentukan himpunan penyelesaian sistem persamaan linear dua variabel dan mampu menggunakan metode yang diajarkan untuk menentukan himpunan penyelesaian sistem persamaan linear dua variabel sesuai dengan indikator pada tahap Proses. Dari hasil

penjelasan tersebut kemampuan pemahaman konsep siswa pada tahap proses ini sudah memahami.

Sesuai pendapat Dubinsky yang menyatakan bahwa Proses (*Process*) adalah suatu fase dimana setelah suatu aksi diulang dan kemudian terjadi refleksi atas aksi tersebut. Ketika tindakan-tindakan transformasi diulang, maka siswa paham bahwasanya proses transformasi yang seluruhnya berada dalam pikiran siswa tersebut dapat dilakukan tanpa membutuhkan rangsangan eksternal. Seseorang yang paham dengan materi prasyarat untuk suatu konsep, akan memudahkannya dalam memahami konsep tersebut, sehingga untuk dapat menguasai suatu materi terlebih dahulu harus menguasai materi sebelumnya.

Secara sederhana kemampuan pemahaman konsep siswa pada tahap proses disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Indikator Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa pada Tahap Proses

Nomor Soal	Pemahaman Konsep (Aksi)		
	Siswa 1	Siswa 2	Siswa 3
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3. Tahap Objek

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas sebelumnya terdapat hasil yang bervariasi dari ketiga siswa. Siswa berkemampuan tinggi dapat menuliskan dan menjelaskan dengan benar sesuai dengan indikator pada tahap Objek yaitu mampu menyelesaikan soal dan langkah yang digunakan berserta alasan sesuai dengan metode penyelesaian, mampu menentukan himpunan penyelesaian dari sistem persamaan linear dua variabel berdasarkan karakteristik dari sistem persamaan linear dua variabel yang diberikan.

Siswa berkemampuan sedang sudah bisa menentukan yang diketahui namun di saat wawancara tidak dapat menjelaskan dengan benar, hanya mampu menyelesaikan soal sesuai dengan indikator. Siswa berkemampuan rendah hanyamenuliskan namun tidak memahami apa yang dituliskannya. Hal ini terbukti dari hasil wawancara siswa berkemampuan rendah yang tidak memahami apa yang ditulisnya. Siswa berkemampuan rendah tidak dapat memenuhi indikator yang terdapat pada tahap Objek.

Sesuai pendapat Dubinsky yang menyatakan bahwa Objek (*Object*) adalah suatu yang dihasilkan dari pengkonstruksian mental yang telah dilakukan pada tahap proses. Proses-proses baru dapat juga dikonstruksi (dibentuk) dengan cara mengkoordinasi proses-proses yang sudah ada.

Untuk keseluruhan hasil yang diperoleh untuk tahap ini, pemahaman siswa pada tahap Objek sudah memenuhi. Secara sederhana kemampuan pemahaman konsep siswa pada tahap Objek disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Indikator Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa pada Tahap Objek

Nomor Soal	Pemahaman Konsep (Aksi)		
	Siswa 1	Siswa 2	Siswa 3
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

4. Tahap Skema

Berdasarkan hasil yang diperoleh sebelumnya, siswa sudah memenuhi indikator pada tahap skema. Dimana siswa telah menghubungkan antara Aksi, Proses Objek dan Skema lain dengan mengaplikasikan konsep sistem persamaan linear dua variabel dalam memecahkan masalah. Kemampuan pemahaman siswa pada tahap Skema ini masih kurang jika dibandingkan dengan tahap yang lain.

Siswa berkemampuan tinggi pada tahap Skema ini sudah dapat memenuhi semua indikator. Hal ini dapat terbukti dari hasil tes dan wawancara. Siswa berkemampuan tinggi mampu mengubah kalimat verbal kedalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah sistem persamaan linear dua variabel, mampu menggunakan dan

memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal sistem persamaan linear dua variabel dengan tepat sesuai dengan prosedur dan mampu menyelesaikan model matematika. Dengan kata lain pada tahap Skema siswa sudah mampu menentukan teori APOS serta mampu merefleksikan cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah sistem persamaan linear dua variabel.

Siswa berkemampuan sedang hanya memenuhi tahap dimana siswa pada tahap tersebut mengubah kalimat matematika dengan membuat model matematika. Sehingga siswa ini tidak mampu menyimpulkan dan tidak mampu merefleksikan cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah sistem persamaan linear dua variabel.

Siswa berkemampuan rendah, kurang mampu dalam menerjemahkan soal cerita kedalam model penyelesaian. Siswa ini juga kesulitan dalam memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal. Sehingga siswa berkemampuan rendah kurang mampu dalam memenuhi semua indikator pada tahap skema.

Sesuai pendapat Dubinsky yang menyatakan bahwa Skema (*Schema*) adalah kumpulan aksi, proses, objek yang telah digabungkan sehingga membentuk totalitas pemahaman individu terhadap suatu konsep matematika yang sedang dipelajari. Konstruksi yang mengaitkan aksi, proses, objek yang terpisah untuk objek tertentu sehingga menghasilkan suatu skema tertentu disebut tematisasi.

Secara sederhana kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada tahap skema disajikan pada Tabel 7.

Tabel 6. Indikator Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa pada Tahap Skema.

Nomor Soal	Pemahaman Konsep (Aksi)		
	Siswa 1	Siswa 2	Siswa 3
1	<input type="checkbox"/>		
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil penerapan pembelajaran ini adalah ada beberapa siswa yang tidak melalukan tahap aksi tetapi langsung ke tahap proses, objek dan skema dalam teori APOS.
- Kemampuan pemahaman konsep matematis siswa dalam menyelesaikan soal Open Ended menggunakan Teori APOS belum optimal. Hal ini dikarenakan siswa yang hanya mampu menguasai tahap Aksi, Proses dan Objek.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2012. Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2. Jakarta: Bumi Askara
- Budiastuti, Dyah dan Agustinus Bandur. 2018. Validasi dan Reliabelitas Penelitian. Jakarta: Mitra Wacana Media
- Dewi, W. A. 2020. Dampak Covid-19 Terhadap Implementasi Pembelajaran Daring Di Sekolah Dasar. Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan ,2 (1), 55-61
- De, Dubinsky Vries. 2001. Using a Theory of Learning in College Mathematic Cours
- Kusaeri, K. 2017.Terbentuknya Konsepsi Matematika Pada Diri Anak Dari perspektif Teori Reifikasi Dan APOS. Jurnal Pendidikan Matematika 1(2) 101-105.
- Ma'sum, Ali. 2013. Profil Kemampuan Penalaran Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal Bangun Ruang Sisi Lengkung. Skripsi (Online) diakses pada tanggal 5 April 2018.
- Miles, M. B, dan Huberman, A. M. 1992. Analisis Data Kualitatif. Terjemahan oleh Tjetjep Rohandi Rohidi. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Mulyono. 2011. Teori APOS dan Implementasinya dalam Pembelajaran. JMEE. 1 (1), 42-43
- Ningsih, Yunika 2016. Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Mahasiswa Melalui Penerapan Lembar Aktivitas Mahasiswa (LAM) Berbasis Teori APOS Pada Materi Turunan. Jurnal Edumatica. 6(1), 1-8
- Rosalia, Dwi Fitriani. 2019. Deskripsi Kemampuan Pemahaman Konsep Turunan Berdasarkan Teori APOS Pada Siswa Kelas XII MIA-1 SMAN 2 Makasar.skripsi online.

- Sholihah dan Mubarok. 2019. Deskripsi kemampuan pemahaman konsep turunan berdasarkan teori APOS pada siswa kelas XII MIA-1 SMAN 2 Makasar. Skripsi (sarjana) Universitas Negeri Makasar
- Susanto, A. 2014. Teori Belajar Dan Pembelajaran Di Sekolah Dasar. Jakarta: Kencana Prenadamedia Group
- Virdanismaya. 2019. Pemahaman Konsep Matematis Siswa Berdsarkan Teori APOS Pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel Kelas VIII-G SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung: Institut Agama Islam Negeri Tulungagung.